



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 38 12 020 A 1

21 Aktenzeichen: P 38 12 020.8  
22 Anmeldetag: 11. 4. 88  
43 Offenlegungstag: 26. 10. 89

51 Int. Cl. 4:  
G01J 5/52  
C 23 C 14/00  
F 27 D 11/08

DE 38 12 020 A 1

71 Anmelder:  
Interatom GmbH, 5060 Bergisch Gladbach, DE

72 Erfinder:  
Maxam, Siegfried, 5250 Engelskirchen, DE

54 Einrichtung zur berührungslosen Temperaturmessung

Vorzugsweise zur Temperaturmessung innerhalb von PVD-Beschichtungskammern wird eine Einrichtung vorgeschlagen, bei der ein handelsüblicher optischer Sensor (8) nacheinander auf die Gegenstände und auf einen Referenzkörper (9) gerichtet wird, der auf eine definierte Temperatur (vorzugsweise die höchstzulässige) aufgeheizt wird. Der Vergleich der vom Sensor (8) beim Abtasten des Referenzkörpers und der Gegenstände gelieferten Werte untereinander ergibt den gesuchten Temperaturwert der letzteren unabhängig davon, ob im Verlaufe des Beschichtungsprozesses der Grad der Verschmutzung des Sichtfensters (7) zunimmt, durch das der Sensor auf die Gegenstände gerichtet wird. Um den Einfluß eines etwa unterschiedlichen Emissionsverhaltens auszuschalten, ist der Referenzkörper (9) aus dem gleichen Werkstoff hergestellt wie die Gegenstände (4) bzw. mit einer auswechselbaren Umhüllung (12) aus diesem Werkstoff versehen. Der (gleichbleibende) Einfluß der unterschiedlichen Entfernung der Meßobjekte vom Sensor (8) wird in einer Regel- und Auswerteinrichtung (11) ausgeglichen.

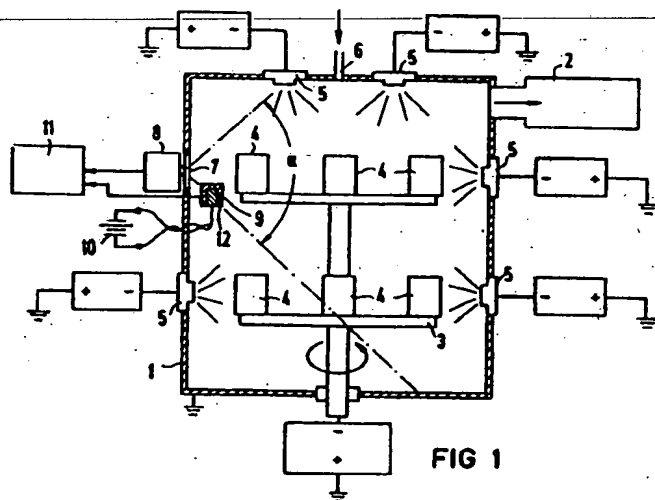


FIG 1

DE 38 12 020 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung nach dem Oberbegriff des 1. Anspruchs. Sie ist überall dort verwendbar, wo die Messung auf optischem Wege durch ein durchsichtiges Medium hindurch erfolgen muß, dessen Transparenz in nicht genau vorausbestimmender und nur schlecht quantifizierbarer Weise Änderungen unterworfen ist. Sie wird im folgenden am Beispiel eines besonderen Anwendungszweckes beschrieben, der sich im Geschäftsbetrieb der Anmelderin ergeben hat. Dieser umfaßt auch die Beschichtung von Gegenständen, insbesondere von Werkzeugen mit einer harten, verschleißhemmenden Schicht aus Titanitrid oder einem verwandten Material. Die Beschichtung erfolgt in einer vorher evakuierten Kammer, in der (gegebenenfalls in einer danach hergestellten Atmosphäre definierter Zusammensetzung, z. B. aus Stickstoff) das Material einer verzehrbaren Kathode, z. B. aus Titan durch Zündung eines Lichtbogens zwischen dieser und einer Anode in den Plasmazustand überführt wird. Das Plasma (bzw. seine Reaktionsprodukte) schlägt sich auf den in der Kammer in geeigneter Weise angeordneten zu beschichtenden Gegenständen nieder und unvermeidlicherweise auch auf der Innenwand der Kammer selbst. Letzterer Niederschlag ist zwar nur gering, da an die zu beschichteten Gegenstände (die sogenannten "Substrate") eine Spannung angelegt wird, durch die das Plasma vorzugsweise auf dieselben gelenkt wird; er reicht jedoch aus, um zur Beobachtung des Prozesses in der Kammerwand angeordnete Sichtfenster von innen mit einem dünnen Überzug zu versehen, durch den die Transparenz derselben herabgesetzt wird. Der Beschichtungsprozeß läuft bei Temperaturen von 200–500°C ab und bietet gegenüber bekannten ähnlichen Verfahren den Vorteil, daß in diesem Temperaturbereich der Werkstoff der Substrate (der im Falle von Werkzeugen durch vorhergehende Behandlungen, z. B. Härten ein besonderes Gefüge erhalten haben kann) in seinen Eigenschaften nicht ungünstig verändert wird. Dazu ist selbstverständlich Voraussetzung, daß die für den jeweiligen Werkstoff zulässigen Höchsttemperaturen im Laufe des Prozesses nicht überschritten werden. Eine Temperaturmessung an den Substraten selbst, etwa durch Thermoelemente ist verhältnismäßig reaktionsträge und sehr aufwendig, da jedes Substrat für sich mit einem solchen Temperaturnaßnehmer versehen werden müßte; zusätzliche Schwierigkeiten ergeben sich dadurch, daß an die Substrate, wie oben dargelegt, eine Spannung in der Größenordnung von 1000 V angelegt wird, um den Plasmastrom zu lenken. Eine berührungslose Temperaturmessung, wie sie auch bei der Beobachtung von Metallschmelzen verwendet wird unter Einsatz einer Infrarotkamera oder eines Pyrometers ist daher vorzuziehen. Die Meßgenauigkeit wird jedoch in nicht genau nachvollziehbarer Weise durch die oben erwähnte Transparenzänderung des Beobachtungsfensters beeinträchtigt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist eine Einrichtung zur berührungslosen Temperaturmessung, insbesondere in PVD-Beschichtungskammern, bei der der nachteilige Einfluß des Niederschlages von Beschichtungs- oder anderen Stoffen eliminiert wird; insbesondere soll die Einrichtung dazu dienen, die Einhaltung von vorgegebenen Höchsttemperaturen während der Durchführung der in der Kammer ablaufenden Prozesse zu gewährleisten.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die im kenn-

zeichnenden Teil des 1. Anspruchs angegebenen Merkmale. Unabhängig von den vom Sensor gelieferten absoluten Werten bleibt das Verhältnis zwischen den am Referenzkörper gemessenen, einer bekannten Temperatur entsprechenden Werten und den an den Substraten selbst gemessenen Werten gleich. Soll eine bestimmte Temperatur eingehalten bzw. nicht überschritten werden, so wird zweckmäßigerweise der Referenzkörper auf eben diese Temperatur aufgeheizt, um den Einfluß von Unlinearitäten möglichst gering zu halten. Der optische Sensor braucht nicht ständig, dem fortschreitenden Grad der Verschmutzung des Sichtfensters entsprechend nachjustiert werden und ebensowenig, wenn dieses schließlich gesäubert oder ersetzt wird.

Die Ausgestaltung der Erfindung gemäß dem 2. Anspruch ist geeignet, den Einfluß eines etwa unterschiedlichen Emissionsvermögens des Referenzkörpers und der Substrate auszuschalten. Unter dem Begriff "Oberflächenbeschaffenheit" soll in diesem Zusammenhang der Komplex aus werkstoffabhängigen Eigenschaften und solchen Eigenschaften verstanden werden, die sich aus der Struktur der Oberfläche ergeben.

Die weitere Ausgestaltung dieses Erfindungsgedankens im 3. Anspruch bietet eine einfache Möglichkeit, den Referenzkörper in seiner Oberflächenbeschaffenheit der möglicherweise wechselnden Oberflächenbeschaffenheit der Substrate anzupassen, bzw. nach Durchführung eines jeden Prozeßzyklus, wenn die Kammer erneut mit noch unbeschichteten Substraten beschickt wird, den Referenzkörper von dem ihm anhaftenden Belag aus dem vorigen Zyklus zu befreien.

Im 4. Anspruch schließlich wird ein bevorzugter Verwendungszweck der erfindungsgemäßen Einrichtung genannt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist schematisch in der Zeichnung dargestellt und zwar zeigt Fig. 1 eine mit der erfindungsgemäßen Einrichtung versehene PVD-Beschichtungskammer im Längsschnitt und Fig. 2 ein mit Hilfe der Einrichtung gewonnenes typisches Meßdiagramm.

In einer mit Hilfe einer Pumpe 2 evakuierbaren Kammer 1 sind auf einem wie angedeutet drehbaren Gestell 3 Gegenstände 4, sogenannte Substrate 4 (z. B. Schneidwerkzeuge), die mit einer verschleiß- und korrosionshemmenden Schicht, z. B. aus Titanitrid versehen werden sollen. Hierzu wird zwischen als Kathode geschalteten, im beschriebenen Fall aus Titan bestehenden Verdampfern 5 und der als Anode geschalteten Wand der Kammer 1 ein Lichtbogen gezündet, wodurch das Material der Verdampfer 5 in den Plasmazustand überführt wird. Über einen Einlaß 6 ist in die evakuierte Kammer 1 ein Reaktionsgas, im Beispiel Stickstoff eingelassen worden, mit dem das Plasma reagiert. Das Reaktionsprodukt, eben das gewünschte Titanitrid schlägt sich dann bevorzugt auf den Substraten 4 nieder, da an diese über das Gestell 3 wie angedeutet eine Spannung angelegt wird, die das Plasma in Richtung derselben lenkt. Dennoch läßt sich nicht vermeiden, daß sich geringe Mengen des Reaktionsproduktes auf der Innenwand der Kammer 1 niederschlagen, darunter auch auf einem darin eingelassenen Sichtfenster 7 aus einem temperaturfesten Glas. Durch das Fenster 7 hindurch kann ein bekanntes optisches Temperaturmeßgerät, da es um einen Winkel  $\alpha$  schwenkbar ist nacheinander auf die verschiedenen Substrate 4 gerichtet werden, um deren Temperatur zu messen. Der Schwenkvorgang erfolgt zyklisch und im Verlaufe desselben wird durch den Sensor 8 auch ein an der Kammer 1 befestigter Referenz-

renzkörper 9 erfaßt, der aus einer externen Stromquelle 10 mit einem Heizstrom versorgt wird. Der Heizstrom wird in einer Regelungs- und Auswertungs-einheit 11 so eingestellt, daß der Referenzkörper 9 auf eine bestimmte, vorgegebene Temperatur aufgeheizt wird. Der Sensor 8 liefert dann (siehe Fig. 2) in dem mit A bezeichneten Bereich den über dem Winkel Alpha aufgetragenen Wert, der definitionsgemäß der Temperatur des Referenzkörpers entspricht. In dem mit B bezeichneten Bereich, über den nacheinander die verschiedenen Substrate 4 abgetastet werden, ergeben sich dann Werte, die durch Inbezugsetzung mit dem Referenzwert die gesuchten Temperaturen der Substrate 4 ergeben. Dies ist unabhängig von dem im Verlaufe des Beschichtungsprozesses zunehmenden Belag auf dem Sichtfenster 7, da der Referenzmeßkörper 9 zweckmäßigerweise vor Beginn jedes Beschichtungszyklus mit einer neuen Umhüllung 12 (z. B. in Form von Folie) aus dem gleichen Material versehen wird, aus dem die Substrate 4 hergestellt sind. Es ergibt sich dann ein gleiches Emissionsverhalten für beide, und in der Regelungs- und Auswertungs-einheit 11 brauchen hierfür keine Korrekturen am vom Sensor 8 gelieferten Wert angebracht werden. Dagegen muß ein Ausgleich für den unterschiedlichen Abstand geschaffen werden, den der Referenzmeßkörper 9 und die Substrate 4 vom Sensor 8 haben. Dieser ist jedoch nur von der (bekannten) Geometrie abhängig und während des Prozesses unveränderlich.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur berührungslosen Messung der Temperatur von Gegenständen (4), die in einer geschlossenen, mit einem Sichtfenster (7) versehenen Kammer (1) angeordnet sind, mittels eines richtbaren optischen Sensors (8), dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (8) zyklisch auf die Gegenstände (4) richtbar ist und auf einen eine Referenzmeßstelle bildenden, innerhalb der Kammer (1) angeordneten und auf eine definierte Temperatur aufheizbaren Körper (9).
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzkörper (9) die gleiche Oberflächenbeschaffenheit wie die zu messenden Gegenstände (4) aufweist.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzkörper mit einer gegebenenfalls auswechselbaren Umhüllung (12) aus dem Werkstoff der zu messenden Gegenstände (4) versehen ist.
4. Verwendung einer Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 zur Temperaturmessung von Gegenständen (4), die in einer evakuierbaren Kammer (1) angeordnet sind und durch Niederschlag eines gegebenenfalls mit einer definierten Gasatmosphäre reagierten, durch eine Lichtbogenentladung in den Plasmazustand überführten Material beschichtbar sind.

3812020

Number: 38 12 020  
 Int. Cl.<sup>4</sup>: G 01 J 5/52  
 Anmeldetag: 11. April 1988  
 Offenlegungstag: 26. Oktober 1989

1/1

7\*

